

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ З ВРАХУВАННЯМ МІЖРЕГІОНАЛЬНОЇ МІГРАЦІЇ

О. Голубник

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79008 м. Львів, проспект Свободи, 18*

Обґрунтовано доцільність використання моделі пропорцій переміщення для дослідження міграції населення між регіонами. Здійснено прогноз кількості населення регіонів України на основі розглянутої моделі.

Ключові слова: міграція; модель пропорцій переміщення.

Формування власної національної політики української держави у контексті участі України у європейському та світовому міграційному просторі потребує врахування сучасних міграційних тенденцій в нашій країні. Регулювання міграційних процесів є важливою складовою соціальної політики української держави. Ці процеси мають свої особливості в період економічних перетворень.

Важливо враховувати, що міграційні потоки формуються в умовах різкої зміни чисельності населення нашої планети. При цьому на тлі значного зростання чисельності населення, що склалося перш за все в країнах третього світу, в Україні виникла особлива ситуація, викликана незавершеністю адаптації відтворення населення і процесом його старіння у зв'язку з дією різноманітних історичних, економічних і соціально-політичних чинників.

У нашій роботі ми зосереджуємо увагу на дослідженні міграції населення на рівні регіонів. Для глибокого вивчення трудового потенціалу регіону та можливості організації ефективної політики його регулювання необхідно прогнозувати майбутній стан населення, здійснювати його статистику [1, с.129].

Предмет статистики населення становлять закономірності відтворення населення, що мешкає на певній території, за певний час, які відшукуються з допомогою якісного аналізу кількісних характеристик. Статистика вивчає населення в двох аспектах: демографічному та соціально-економічному. В демографічному аспекті населення розглядається з точки зору його природного та механічного руху.

Механічний рух – переміщення людей через кордони регіону, яке пов'язане із зміною їх місця проживання. У результаті переміщення змінюється чисельність населення на території прибуття або вибуття мігрантів та його структура.

Розрізняють кілька видів міграції залежно від перетину міграційними потоками адміністративно-територіальних кордонів. Внутрішня міграція – міграційні потоки не перетинають кордонів держави, а лише здійснюються в її окремих регіонах або між ними. Ця міграція поділяється на внутрішню регіональну (у межах області, Автономної Республіки Крим) та міжрегіональну (переміщення з області в область). Зовнішня міграція (міждержавна) – міграційні потоки перетинають державні кордони.

Завданням статистики населення є не лише аналіз існуючого демографічного стану чи процесу, а й моделювання таких станів і процесів. Моделюванням визначаються прогнозні значення чисельності та складу населення (перспективні розрахунки), а також реставруються страчені дані далекого чи близького минулого (ретроспективні розрахунки).

Для відображення руху населення між регіонами використаємо модель пропорцій переміщення Румчева В.Г. та Коніна А.Л. [2, с. 24]. Моделі пропорцій переміщення найзручніше використовувати для опису динаміки населення певної системи(країни, регіону).

При побудові економіко-математичної моделі Румчев В.Г. та Конін А.Л. [2, с.24]

припускають, що $U_{ij}(t)$ – кількість населення, які перейшли з j регіону в i протягом t -го періоду. Зрозуміло, що число $U_{ij}(t)$ представляє якусь частину від числа населення $x_j(t)$, які є в j -му регіоні до початку періоду t . Аналітично цей зв'язок можна виразити

$$U_{ij}(t) = q_{ij}x_j(t) \quad (1)$$

де, $U_{ij}(t)$ – кількість населення, які перейшли з j -го регіону в i -й протягом t -го періоду часу;

$x_j(t)$ – кількість населення, які були в j -му регіоні до початку періоду t ;

q_{ij} – коефіцієнт пропорційності, частина кількості населення j -го регіону на початок t -го періоду перейшла в i -ий регіон. Коефіцієнт пропорційності q_{ii} показує, яка частина кількості населення i -го регіону на початок t -го періоду залишилась в цьому ж регіоні до кінця цього періоду. Очевидно, що $0 \leq q_{ij} \leq 1$ для всіх значень $i, j = \overline{1, n}$. Переходів не відбувається, якщо коефіцієнт пропорційності дорівнює нулю.

Для проведення майбутніх досліджень вводиться припущення, що коефіцієнти пропорційності q_{ij} залишаються постійними (стаціонарність) в часі і не залежать від стану регіонів (лінійність). Проте в кожному конкретному випадку кінцеву гіпотезу про стаціонарність та лінійність слід перевіряти.

Кількість населення $x_i(t+1)$ в i -ому регіоні до початку $(t+1)$ -го періоду визначається кількістю населення $q_{ii}x_i(t)$, які залишалися в ньому впродовж t -го періоду, числом

населення $\sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^n q_{ij}x_j(t)$, що перейшли в нього в t періоді з усіх пов'язаних з ним регіонів, а

також числом населення $r_i(t)$, що поступили в нього із зовнішніх для даної країни (міждержавна міграція). Це запишеться наступним чином:

$$x_i(t+1) = q_{ii}(t)x_i(t) + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n q_{ij}x_j(t) + r_i(t),$$

$$i = \overline{1, n}, t = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

Одержану систему різницевих рівнянь (2) зручно записувати у матричній формі:

$$x(t+1) = Qx(t) + r(t), \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

де $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))^T$ – стан системи до початку t -го періоду;

$r(t) = (r_1(t), \dots, r_n(t))^T$ – призначення (поступлення) із зовнішнього середовища (міждержавна міграція) в t -му періоді;

$Q = |q_{ij}|_{n \times n}$ – матриця пропорцій переміщення.

Елементи матриці переміщення є невід'ємними. Системи різницевих рівнянь (2) або (3) є основною моделлю пропорцій переміщення населення. При відомій матриці пропорцій переміщень стану системи на початок періоду t та призначення із зовнішніх джерел у систему за період t , можна визначити чисельність населення в регіонах на початок наступного періоду $(t+1)$. Дана модель є досить простим та зручним засобом прогнозування та дослідження стану населення держави.

Застосуємо розглянуту модель для прогнозування чисельності населення в регіонах України.

На основі даних про міжрегіональні переходи населення у 2008 році $U_{ij}(t)$ побудуємо матрицю пропорцій переміщення населення $Q = |q_{ij}|_{n \times n}$ (таблиця 1). В нашому випадку

Продовження таблиці 1

Сумська	7,4602E-05	3,9117E-05	5,01E-05	5,11E-05	7,09E-05	5,61E-05	8,6879E-05	5,03E-05	4,48039E-05	9,5E-05	5,69E-05	6,69E-05	3,492E-05	5,20724E-05	0,99355	3,3377E-05	0,000333	4,69E-05	4,63E-05	7,22E-05	2,29E-05	0,000726	0,000276	7,954E-05	
Тернопільська	5,73107E-05	7,8234E-05	0,000167	3,93E-05	1,49E-05	6,19E-05	2,3258E-05	1,97E-05	0,00056233	5,33E-05	5,06E-05	1,61E-05	0,00039524	0,00033633	3,86E-05	0,99451208	2,69E-05	3,38E-05	0,000653	3,5E-05	0,000361	2,02E-05	0,00026	0,000276	7,954E-05
Харківська	0,00066994	0,00020069	0,000158	0,00047	0,000744	0,000343	0,00015941	0,000436	0,00014436	0,00015	0,000513	0,001084	0,0001704	0,00019633	0,001552	7,993E-05	0,994847	0,000477	0,000243	0,000325	8,92E-05	0,000543	0,000226	0,000276	7,954E-05
Херсонська	0,00041056	0,0001905	8,04E-05	0,000205	6,26E-05	0,00012	4,54323E-05	0,00034	4,3815E-05	5,22E-05	0,000136	5,75E-05	7,59798E-05	0,000695	4,01E-05	9,3105E-05	7,74E-05	0,991804	8,97E-05	8,3E-05	5,55E-05	6,96E-05	0,000125	0,0002333	7,954E-05
Хмельницька	0,00011116	0,00048017	0,000109	5,11E-05	4,56E-05	0,00045	0,00015223	4,36E-05	0,00022330	0,000127	7,2E-05	6,5E-05	0,0001746	0,000137	6,01E-05	0,00082565	6,6E-05	0,000142	0,9283	8,7E-05	0,0006	7,28E-05	0,000299	4,773E-05	7,954E-05
Черкаська	0,00010325	0,0004609	5,39E-05	0,000146	8,79E-05	0,000158	0,00014187	7,84E-05	6,47167E-05	0,00072	0,001157	6,93E-05	7,29099E-05	0,000192	0,000105	6,6755E-05	0,000126	0,000153	0,000102	0,992179	7,18E-05	0,000222	0,00091	8,75E-05	7,954E-05
Чернівецька	3,24078E-05	0,00017838	8,7E-05	1,68E-05	1,35E-05	6,05E-05	7,49234E-05	2,85E-05	0,00059169	4,56E-05	5,86E-05	1,5E-05	9,1713E-05	4,91E-05	2,93E-05	0,00039877	2,24E-05	5,2E-05	0,000409	3,5E-05	0,00062	3,16E-05	0,993017	3,447E-05	7,954E-05
Чернігівська	8,39898E-05	0,00010715	5,68E-05	6,43E-05	5,16E-05	0,000173	0,00015622	4,57E-05	3,76921E-05	0,000486	8,44E-05	6,69E-05	5,83279E-05	7,6E-05	0,000668	5,8849E-05	0,000161	9,38E-05	7,43E-05	0,000162	0,993017	0,00064	0,000126	3,447E-05	7,954E-05
м. Київ	0,00054593	0,00139517	0,000894	0,000489	0,000378	0,0002435	0,00038737	0,000561	0,00052697	0,000633	0,001172	0,000448	0,00058903	0,000788	0,001238	0,00051823	0,000348	0,000835	0,001334	0,000262	0,000654	0,002669	0,989706	0,000639	7,954E-05
м. Севастополь	0,00109927	4,1951E-05	2,93E-05	5,56E-05	5,66E-05	4,61E-05	3,98529E-05	0,000115	3,5586E-05	3,51E-05	5,86E-05	4,53E-05	2,07218E-05	0,000162	5,82E-05	3,64E-05	5,12188E-05	0,000118	5,47E-05	3,65E-05	1,85E-05	2,67E-05	4,36E-05	0,9931222	7,954E-05

Таблиця 2

Прогнозні значення населення в регіонах України у 2009 році

	Населення $x(t)$	Зовнішні поступлення $r(t)$	Прогнозні значення $x(t+1)$
АРК	1968430	2624	1957427
Вінницька	1665135	739	1654475
Волинська	1036719	308	1031603
Дніпропетровська	3382117	928	3367248
Донецька	4514551	2271	4499031
Житомирська	1299242	305	1290093
Закарпатська	1242408	172	1238313
Запорізька	1825239	975	1816771
Івано-Франківська	1381536	290	1375311
Київська	1731739	493	1713864
Кіровоградська	1032882	200	1023246
Луганська	2341499	877	2331059
Львівська	2553385	362	2542954
Миколаївська	1198737	451	1190425
Одеська	2390929	3133	2380927
Полтавська	1517198	284	1507096
Рівненська	1151250	212	1144309
Сумська	1189436	381	1181770
Тернопільська	1095505	176	1089493
Харківська	2780728	1296	2766399
Херсонська	1102800	342	1093762
Хмельницька	1345581	346	1335933
Черкаська	1309757	359	1299514
Чернівецька	903525	345	899681
Чернігівська	1127887	265	1120011
м. Київ	2743596	1925	2715354
м. Севастополь	379264	586	376655

* Розраховано на основі даних Державного комітету статистики України

У зв'язку із складністю однозначного визначення величини q_{ij} через неточності, що виникають із наближених методів оцінювання даних та мінливістю соціально-економічного середовища доцільно використати елементи теорії нечітких множин при формуванні коефіцієнта пропорційності міжрегіонального переміщення населення[.].

Подамо q_{ij} як нечітке $L - R$ число [4, с. 81]

$$q_{ij} = (\bar{q}_{ij}, \alpha_{ij}, \beta_{ij})_{LR} \quad (4)$$

де \bar{q}_{ij} - вершина нечіткого числа;

α_{ij} - ліве значення ширини проміжку нечіткого числа \bar{q}_{ij} ;

β_{ij} - праве значення ширини проміжку нечіткого числа \bar{q}_{ij} .

Для вершини нечіткого числа \bar{q}_{ij} функція належності $\mu_{q_{ij}}(\bar{q}_{ij})=1$. \bar{q}_{ij} ще називають середнім значенням нечіткого числа q_{ij} [4, с. 47]

Видозмінимо побудовану модель, враховуючи нечіткість коефіцієнта пропорційності q_{ij} .

$$x_i(t+1) = (\bar{q}_{ii}, \alpha_{ij}, \beta_{ij})_{LR} x_i(t) + \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n (\bar{q}_{ij}, \alpha_{ij}, \beta_{ij})_{LR} x_j(t) + r_i(t) \quad (5)$$

Здійснивши перетворення моделі (5) з використання арифметичних операцій над нечіткими L- R числами [4. с. 82] подамо її у наступному вигляді

$$x_i(t+1) = (\bar{q}_{ii} x_i(t); \alpha_{ii} x_i(t); \beta_{ii} x_i(t))_{LR} + \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n (\bar{q}_{ij} x_j(t); \alpha_{ij} x_j(t); \beta_{ij} x_j(t))_{LR} + r_i(t) \quad (6)$$

Проведемо прогнозування величини населення п'яти регіонів з використанням побудованої моделі (6). Вхідною інформацією виступає стан населення регіонів у поточному періоді, матриця коефіцієнтів міжрегіонального переміщення та зовнішнє поступлення. Виходячи із поставленої задачі, матриця коефіцієнтів переміщення має наступний вигляд:

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} & q_{14} & q_{15} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} & q_{24} & q_{25} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} & q_{34} & q_{35} \\ q_{41} & q_{42} & q_{43} & q_{44} & q_{45} \\ q_{51} & q_{52} & q_{53} & q_{54} & q_{55} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Самі ж коефіцієнти переміщення населення між регіонами, представлені у формі нечітких L-R чисел та мають такі значення:

$$\begin{aligned} q_{11} &= (0.75; 0.08; 0.15)_{LR}; & q_{12} &= (0.08; 0.01; 0.03)_{LR}; & q_{13} &= (0.05; 0.02; 0.03)_{LR}; \\ q_{14} &= (0.07; 0.05; 0.02)_{LR}; & q_{15} &= (0.1; 0.05; 0.07)_{LR}; & q_{21} &= (0.05; 0.02; 0.03)_{LR}; \\ q_{22} &= (0.54; 0.1; 0.05)_{LR}; & q_{23} &= (0.12; 0.04; 0.02)_{LR}; & q_{24} &= (0.15; 0.01; 0.02)_{LR}; \\ q_{25} &= (0.07; 0.05; 0.03)_{LR}; & q_{31} &= (0.08; 0.1; 0.4)_{LR}; & q_{32} &= (0.09; 0.04; 0.03)_{LR}; \\ q_{33} &= (0.8; 0.12; 0.8)_{LR}; & q_{34} &= (0.08; 0.04; 0.05)_{LR}; & q_{35} &= (0.05; 0.02; 0.02)_{LR}; \\ q_{41} &= (0.08; 0.04; 0.05)_{LR}; & q_{42} &= (0.17; 0.06; 0.02)_{LR}; & q_{43} &= (0.11; 0.02; 0.03)_{LR}; \\ q_{44} &= (0.53; 0.13; 0.07)_{LR}; & q_{45} &= (0.13; 0.04; 0.03)_{LR}; & q_{51} &= (0.13; 0.06; 0.02)_{LR}; \\ q_{52} &= (0.05; 0.02; 0.04)_{LR}; & q_{53} &= (0.09; 0.05; 0.01)_{LR}; & q_{54} &= (0.21; 0.07; 0.04)_{LR}; \\ q_{55} &= (0.45; 0.05; 0.08)_{LR}. \end{aligned}$$

Вектор населення $x(p)$ в розрізі регіонів на початок поточного періоду заданий

$$x(p) = (x_1; x_2; x_3; x_4; x_5)$$

$$x(p) = (12500; 52000; 38000; 65000; 43000);$$

Поступлення із зовнішнього середовища $r(p)$ задані як

$$r(p) = (r_1; r_2; r_3; r_4; r_5);$$

$$r(p) = (1200; 560; 1350; 830; 920)$$

Так як частина вхідної інформації носить невизначений характер, то для співмірності всіх показників чіткі числа представимо як нечіткі L – R числа із межами відхилення рівними нулю, наприклад $x_1 = (12500; 0; 0)_{LR}$. Результати прогнозування будуть представлені також у формі нечітких L – R чисел. На основі моделі (6) ми отримали такі прогнозні значення стану населення в регіонах у майбутньому періоді:

$$x_1(pr) = (25485; 2129; 3840)_{LR}; \quad x_2(pr) = (48560; 3908; 5060)_{LR};$$

$$x_3(pr) = (44780; 6415; 5950)_{LR}; \quad x_4(pr) = (54890; 8550; 3645)_{LR};$$

$$x_5(pr) = (41565; 5300; 3130)_{LR}$$

Прогнозні значення величини населення характеризуються трьома складовими: вершиною або середнім значення та можливими коливаннями. При цьому виконується баланс, згідно якого

$$\sum_{i=1}^n x_i(t+1) = \sum_{i=1}^n x_i(t) + \sum_{i=1}^n r_i(t) \quad (8)$$

Сумарна величина населення всіх регіонів у періоді $(t+1)$ рівна сумі значення їх у попередньому періоді та величині зовнішніх поступлень.

Дана модель є досить простим та зручним засобом дослідження переміщень населення всередині держави на рівні регіонів та прогнозування стану цих ресурсів у наступному періоді. Результати даного дослідження доцільно використовувати державним органам регулювання ринку праці для підвищення ефективності організації та реалізації державної політики зайнятості в Україні.

1. Регіональна політика: методологія, методи, практика / НАН України, Інститут регіональних досліджень. Родкол.: відповідальний редактор академік НАН України М.І.Долішній. – Львів. – 700 с.
2. Румчев В.Г., Конин А.Л. Кадровые подсистемы АСУ: Математические модели. / Под ред. И.А. Ушакова М.: Радио и связь, 1984. – 248с.
3. Голубник О. Моделювання міграції населення на основі нечіткої логіки // Вісник ЛНУ імені Івана Франка, серія економічна, вип. 35.
4. Сявавко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. – Львів: НВФ „Українські технології”, 2000. – 320 с.

PROGNOSTICATION OF QUANTITY OF POPULATION OF REGIONS OF UKRAINE TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL MIGRATION

O. Golubnyk

*Ivan Franko National University of Lviv
Svoboda Av. 18. UA – 79008 Lviv. Ukraine*

Expedience of the use of model of proportions of moving is grounded for research of migration of population between regions. The prognosis of amount of population of regions of Ukraine is carried out on the basis of the considered model.

Keywords: *migration; model of proportions of moving.*